

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-081879

(43)Date of publication of application : 26.03.1999

(51)Int.Cl.

E21D 9/10

(21)Application number : 09-239380

(71)Applicant : KAJIMA CORP  
KOA:KK

(22)Date of filing : 04.09.1997

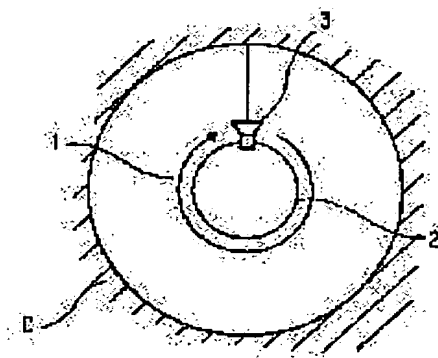
(72)Inventor : INAO MICHIIRO  
YAMAMOTO TAKUJI  
MATSUMOTO YOSHITAKA  
MURAKAMI OSAMU

(54) TBM WALL SURFACE IMAGE ANALYSIS DEVICE, AND IMAGE ANALYSIS METHOD

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain images having no distortion in a circumferential direction, and correctly connect images taken for every meter in a boring direction to each other in the boring direction in a TBM (tunnel boring machine) boring construction method.

**SOLUTION:** A circular actuator 2 which moved in a circumferential direction of a tunnel wall surface for a specified radius around a tunnel center axis is provided right after a roof where a bored wall surface on the back of a tunnel boring machine can be seen, and a line sensor camera 3 is installed on a movable frame of the circular actuator 2. The line sensor camera 3 is scanned in the circumferential direction to obtain images continuous in the circumferential direction of the tunnel wall surface, the movable frame on which the line sensor camera 3 is installed is moved for a specified distance in a tunnel boring direction, and these procedures are repeated to obtain plural circumferential direction images in a boring direction.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	04.09.1997
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	23.08.2001
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	
[Date of registration]	
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of extinction of right]	

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-81879

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月26日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

E 2 1 D 9/10

識別記号

F I

E 2 1 D 9/10

A

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平9-239380

(22) 出願日 平成9年(1997) 9月4日

(71) 出願人 000001373

鹿島建設株式会社

東京都港区元赤坂1丁目2番7号

(71) 出願人 390005669

株式会社コア

東京都港区三田3-4-15-903

(72) 発明者 稲生道裕

東京都調布市飛田給二丁目19番1号 鹿島

建設株式会社技術研究所内

(72) 発明者 山本拓治

東京都調布市飛田給二丁目19番1号 鹿島

建設株式会社技術研究所内

(74) 代理人 弁理士 高橋 敏忠 (外1名)

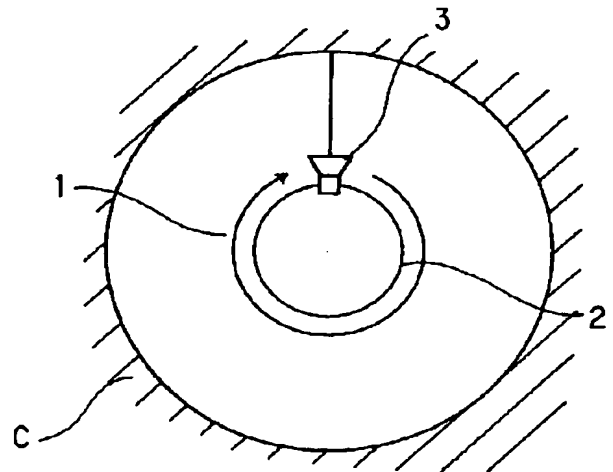
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 TBM壁面画像解析装置及び画像解析法

(57) 【要約】

【課題】 TBM掘削工法において、円周方向にゆがみのない画像を得ることができ、掘進方向約1m毎に取得した画像を掘進方向に正確につなぎ合わせることでできるようにする。

【解決手段】 TBM後方で掘削壁面が見えるルーフ直後に、トンネル中心軸を中心として所定の半径でトンネル壁面の円周方向に動く円形アクチュエータ(2)を設置し、該円形アクチュエータ(2)の移動架台にラインセンサーカメラ(3)を取り付け、該ラインセンサーカメラ(3)を円周方向にスキャンニングしてトンネル壁面の円周方向に連続した画像を取得し、ラインセンサーカメラ(3)を取り付けた前記移動架台をトンネル掘進方向に所定の距離移動し、前記操作を繰り返して、掘進方向に複数の円周方向画像を取得する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 TBM後方で掘削壁面が見えるルーフ直後に、トンネル中心軸を中心として所定の半径でトンネル壁面の円周方向に動く円形アクチュエータを設置し、該円形アクチュエータの移動架台にラインセンサーカメラを取り付けて成ることを特徴とするTBM壁面画像解析装置。

【請求項2】 前記円形アクチュエータ及びラインセンサーカメラを制御してデータを取得し記録する制御器と、そのデータを入力し解析する解析コンピュータとを備えた請求項1に記載のTBM壁面画像解析装置。

【請求項3】 TBM後方で掘削壁面が見えるルーフ直後に、トンネル中心軸を中心として所定の半径でトンネル壁面の円周方向に動く円形アクチュエータを設置し、該円形アクチュエータの移動架台にラインセンサーカメラを取り付け、該ラインセンサーカメラを円周方向にスキャンニングしてトンネル壁面の円周方向に連続した画像を取得し、ラインセンサーカメラを取り付けた前記移動架台をトンネル掘進方向に所定の距離移動し、前記操作を繰り返して、掘進方向に複数の円周方向画像を取得することを特徴とするTBM壁面画像解析法。

【請求項4】 前記操作を制御器で制御すると共に取得した画像データを記録し、そのデータを解析コンピュータに入力して壁面画像の解析を行う請求項3に記載のTBM壁面画像解析法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、トンネルボーリングマシン（以下、「TBM」という）を用いてトンネル掘削を行う際、掘削壁面画像を迅速に取得し、解析する技術に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】山岳トンネルの施工は、従来より発破工法が一般的で、発破毎に切羽観察（スケッチ及び写真撮影）を行い、施工時の記録として、また前方予測の資料として用いてきた。

【0003】しかし、近年実施されるようになってきたTBMによる施工では、発破工法のように切羽での地質観察は困難であり、TBMの側壁や後方のわずかな空間で目視による観察を行わざるを得ない。

【0004】そこで、TBMマシン後方に複数のデジタルカメラを設置し掘削壁面の状況を画像として収録、保存するシステムが開発された。この方法は、デジタルカメラをTBMのベルトコンベア周囲に配置された治具に取り付け、超広角レンズとフラッシュにより掘削断面の上半部壁面をカバーするように複数枚の画像撮影を行うものである。撮影後は、市販ソフトにより色彩等の調整、張り合わせ等の作業を行い、結果をカラープリンターで出力する。

【0005】また、横坑の壁面の画像を撮影する装置と

しては、「坑壁の展開画像作成装置」（第2562059号特許）があるが、これは壁面画像を凸面鏡によって環状画像として撮影し、画像処理により環状画像を直線画像に展開し、順次並べることにより坑壁の連続した展開画像を得るものである。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】TBMによる掘削では、TBM本体後方の限られた空間（幅1m程度）でしか地山の観察ができず、掘削直後すぐ吹き付けを行うため観察時間（数分程度）も限られる。

【0007】TBMマシン後方に複数のデジタルカメラを設置する方法は上述のように既にあるが、画像周辺部のゆがみが大きく、画像を張り合わせ・合成する際に円周方向・縦断方向とも合成の精度が悪いという欠点があった。

【0008】また、上述の「坑壁の展開画像作成装置」は、横坑の天端にガイドレールを設置して装置を移動させており、TBMを対象としたものではない。

【0009】したがって、本発明は、円周方向にゆがみのない画像を得ることができ、掘進方向約1m毎に取得した画像を掘進方向に正確につなぎ合わせることでTBM壁面画像解析装置及び画像解析法を提供することを目的とするものである。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、TBM後方で掘削壁面が見えるルーフ直後に、トンネル中心軸を中心として所定の半径でトンネル壁面の円周方向に動く円形アクチュエータを設置し、該円形アクチュエータの移動架台にラインセンサーカメラを取り付け、該ラインセンサーカメラを円周方向にスキャンニングしてトンネル壁面の円周方向に連続した画像を取得し、ラインセンサーカメラを取り付けた前記移動架台をトンネル掘進方向に所定の距離移動し、前記操作を繰り返して、掘進方向に複数の円周方向画像を取得する。

【0011】そして、前記操作を制御器で制御すると共に取得した画像データを記録し、そのデータを解析コンピュータに入力して壁面画像の解析を行う。

【0012】トンネル壁面円周方向にスキャンニングするので、円周方向に連続した画像が得られ、したがって、円周方向にゆがみのない画像を得ることができる。また、この画像は正確な円周方向のアドレス（位置関係）を持っているので、約1m毎に取得した画像を掘進方向に正確につなぎ合わせることで、解析コンピュータによって画像の合成・展開を行って、例えば、割れ目解析システムを用い、割れ目の走向・傾斜・幅を求めることができ、割れ目の種類、深度等を合わせた壁面観測図を表示することができる。

## 【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について、図面を参照して説明する。

【0014】図1及び図2において、Aは切羽、BはTBM、Cはトンネル壁面、Dは吹き付けコンクリートを示す。また、全体を1で示すTBM壁面画像解析装置は、円形アクチュエータ2と該円形アクチュエータ2の移動架台に取り付けられたラインセンサーカメラ3とから成るものである。円形アクチュエータ2は、トンネル中心軸を中心として所定の半径でトンネル壁面の円周方向に動き、したがって、円形アクチュエータ2の移動架台に取り付けられたラインセンサーカメラ3は、円周方向にスキャンニングしてトンネル壁面の円周方向に連続した画像を取得する。

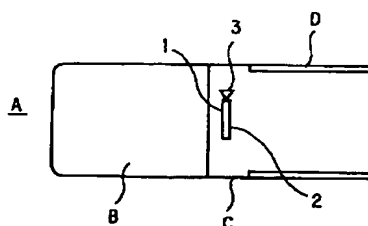
【0015】上記TBM壁面画像解析装置1をTBMの後方で掘削壁面が見えるルーフ直後に設置する。直近まで吹き付けコンクリート等の覆工が行われているので、掘削壁面が見えるのは幅1m程度である。

【0016】画像の取得方法は、上述のように、ルーフ直後の位置に、トンネル中心軸と合わせて円形アクチュエータ2を設置し、その移動架台上にラインセンサーカメラ3を取り付ける。図3に示すように、前回の撮影から1m、掘削壁面に沿って矢印方向に移動した時点で、トンネルの円周方向に動く円形アクチュエータ2を用い、ラインセンサーカメラ3を円周方向にスキャンニングしてトンネル壁面の円周方向に連続した画像を取得する。この操作を繰り返して、掘進方向に複数の円周方向画像を取得する。

【0017】画像の合成・展開方法を図4に示す。取得した円周方向画像データは正確な円周方向のアドレス（位置関係）を持っており、掘進方向にはTBMの移動量データを用いる。図4に示すように、円周方向画像をそれぞれ展開し、掘進方向に接続することによりトンネル壁面展開画像を容易に得ることができる。ただし、画像処理ソフトを用いて、色彩等の調整を行う必要はある。

【0018】さらに、この壁面展開画像に対し、「割れ目解析システム」を用い、画像上でマウスを使い割れ目をトレースすることによって、割れ目の走向・傾斜・幅を求めることができる。そして、これらに割れ目の種類（例えば、開口、密着、充填、鉱物脈等）に関するコメント及び割れ目の存在深度を合わせて壁面観測図として

【図1】



表示する。

【0019】図5に上記のTBM壁面画像解析装置全体の構成を示す。円形アクチュエータ2及びラインセンサーカメラ3を制御し、ラインセンサーカメラ3による壁面画像及びTBMによる距離データを取得する制御器5は、これらのデータを記録する記録装置5a及びモニター5bを有している。そして、符号6で示す解析コンピュータは、プリンタ6a及びモニター6bを有し、前記記録装置5aから記録媒体7、例えばMO（光磁気ディスク）等を介して壁面画像等のデータを取得し、前記割れ目解析システム等によって解析を行う。

【0020】

【発明の効果】ラインセンサーカメラは、トンネル壁面円周方向にスキャンニングするので、円周方向に連続した画像を得ることができる。したがって、円周方向にゆがみのない画像を得ることができる。また、この画像は正確な円周方向のアドレス（位置関係）を持っているので、約1m毎に取得した画像を掘進方向に正確につなぎ合わせることができる。

20 【図面の簡単な説明】

【図1】TBM壁面画像解析装置をTBM後方でルーフ直後に設置した側面図。

【図2】TBM壁面画像解析装置をTBM後方でルーフ直後に設置した拡大正面図。

【図3】TBM壁面画像解析装置の移動方向を示す側面図。

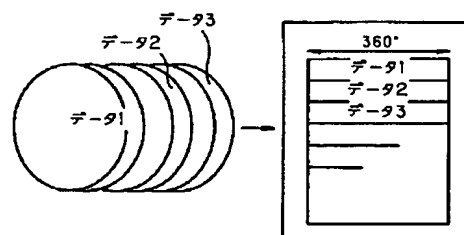
【図4】画像合成・展開方法を示す説明図。

【図5】本発明の全体のシステムの構成を示すブロック図。

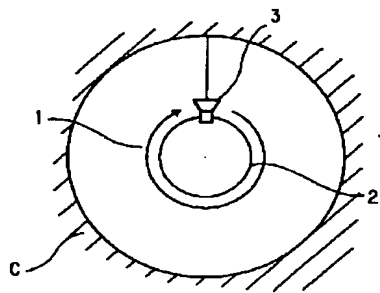
30 【符号の説明】

- 1・・・TBM壁面画像解析装置
- 2・・・円形アクチュエータ
- 3・・・ラインセンサーカメラ
- 5・・・制御器
- 6・・・解析コンピュータ
- A・・・切羽
- B・・・TBM
- C・・・トンネル壁面
- D・・・吹き付けコンクリート

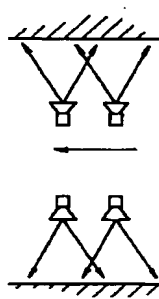
【図4】



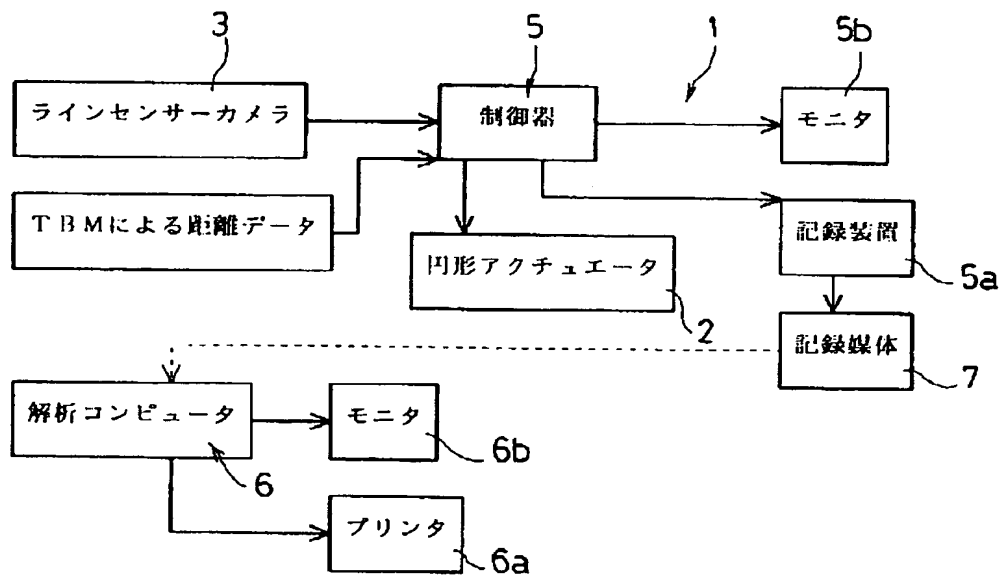
【図 2】



【図 3】



【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 松 本 好 高  
神奈川県横浜市泉区緑園 1-11-12

(72)発明者 村 上 治  
千葉県船橋市高野台 1-8-1